

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑩ Offenlegungsschrift  
DE 44 32 315 A 1

②1 Aktenzeichen: P 44 32 315.8  
②2 Anmeldetag: 12. 9. 94  
④3 Offenlegungstag: 14. 3. 98

⑤1 Int. Cl. 6:  
H 01 J 61/86  
H 01 J 61/20  
H 01 J 61/40  
C 03 C 17/34  
// G03F 7/20, G02B  
5/28

DE 44 32 315 A 1

= US 5,608,227

⑦1 Anmelder:

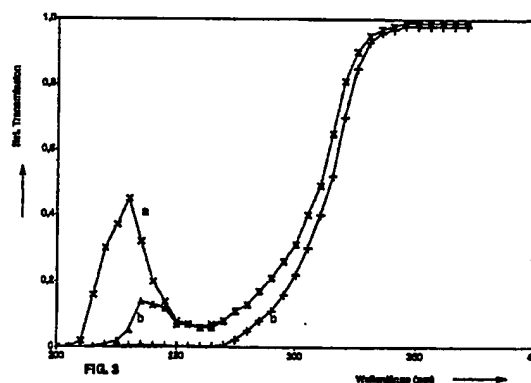
Patent-Treuhand-Gesellschaft für elektrische  
Glühlampen mbH, 81543 München, DE

⑦2 Erfinder:

Dierks, Jörn, 10367 Berlin, DE; Maier, Jürgen, Dr.,  
13503 Berlin, DE

⑤4 Quecksilberdampf-Kurzbogenlampe

⑤7 Quecksilberdampf-Kurzbogenlampe hat als Projektions-  
strahlquelle von Strahlung bei 365 nm Wellenlänge ein  
Entladungsgefäß, das zur Unterdrückung unerwünschter  
kurzwelliger UV-Strahlung unterhalb von 365 nm mit einem  
Mehrschicht-Interferenz-Reflexionsfilter auf seiner Außen-  
seite versehen ist sowie in Kombination damit eine absorbie-  
rende Titandioxidschicht auf der Innenseite des Entladungs-  
gefäßes aufweist, eine Titandioxid/Siliziumdioxid-Misch-  
schicht auf dem Reflexionsfilter besitzt oder aus einem mit  
Titandioxid und gegebenenfalls Zinndioxid dotierten Quarz-  
glas gefertigt ist.



DE 44 32 315 A 1

BEST AVAILABLE COPY

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Quecksilberdampf-Kurzbogenlampe gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Quecksilberdampf-Kurzbogenlampen sind etwa seit der Mitte der 30er Jahre als Projektionslichtquellen hoher Leuchtdichte und hoher UV-Strahldichte bekannt (Z. Tech. Phys. 11 (1936) 377).

Sie werden deshalb seit vielen Jahren auch in der Mikrophotolithographie für die Belichtung von Photolacken, so z. B. auch bei der Herstellung integrierter Schaltkreise, eingesetzt.

Die Weiterentwicklung der Mikrophotolithographie hat in letzter Zeit große Fortschritte gemacht. Im Mittelpunkt des Interesses standen und stehen zum einen die Erhöhung der Speicherdichte der integrierten Schaltkreise und zum anderen die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der eingesetzten Fertigungsverfahren.

Da die Forderung nach immer höheren Speicherdichten bei modernen integrierten Schaltkreisen die Erzeugung immer kleinerer Strukturen erforderlich macht, und die erzielte Auflösung wesentlich durch die Wellenlänge der für die Belichtung verwendeten Strahlung gegeben ist, wird seit kurzem die Strahlung der kräftigen Quecksilberlinie bei 365 nm Wellenlänge in mit Quecksilberdampf-Kurzbogenlampen ausgerüsteten Belichtungsgeräten verwendet, da neuerdings für diese Wellenlänge geeignete Abbildungssysteme zur Verfügung stehen.

Einzelheiten zu einem Belichtungsverfahren unter Verwendung von Strahlung der Wellenlänge 365 nm aus einer Quecksilberdampf-Kurzbogenlampe sind z. B. der DE-OS 35 27 855 zu entnehmen.

Ein wichtiger Schritt zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit bei der Herstellung integrierter Schaltkreise ist die Verkürzung der Belichtungszeiten durch den Einsatz leistungsstärkerer Lampen mit Nennleistungen im kW-Bereich.

Die von solchen leistungsstarken Quecksilberdampf-Kurzbogenlampen im kurzwelligen UV-Bereich unterhalb der Nutzwellenlänge von 365 nm abgegebene Strahlung ist jedoch beträchtlich. Sie führt trotz aufwendiger Filterung durch UV Sperrfilter (Interferenz- und Farbfiler) im Strahlengang des Beleuchtungssystems zu einer Reihe von Problemen, da sie zum einen nicht restlos ausgefiltert werden kann und zum anderen durch die Filterung unvermeidlich auch Strahlung der Nutzwellenlänge 365 nm geschwächt wird.

So wird Strahlung unterhalb von etwa 330 nm Wellenlänge im Glas der Abbildungsoptik absorbiert und muß als Wärme durch entsprechende Kühleinrichtungen abgeführt werden, um eine unzulässige Erwärmung des Systems zu vermeiden. Strahlung unterhalb von etwa 330 nm führt außerdem schon nach relativ kurzer Zeit zu Strahlenschäden in den in der Abbildungsoptik verwendeten optischen Kitten (Photopolymerisation), Strahlung unterhalb 300 nm zu Strahlenschäden in den verwendeten Gläsern (Solarisation).

Strahlung unterhalb 280 nm Wellenlänge führt durch Wechselwirkung mit der umgebenden Atmosphäre und den in ihr vorhandenen dampfförmigen Verunreinigungen (z. B. aus Prozeßchemikalien und organischen Lösungsmitteln) zur Bildung von aggressivem und reaktivem Ozon und und kondensierbaren Verbindungen und Crackprodukten, die sich auf den Oberflächen der optischen Bauteile niederschlagen und störende Beläge bilden.

Um den Aufwand für UV-Sperrfilter, Kühl- und Ab-  
lufteinrichtungen zu begrenzen sowie um kostspielige  
Stilllegungszeiten durch Wartungs- und Reparaturarbei-  
ten an den extrem teuren Belichtungsgeräten, die übli-  
cherweise rund um die Uhr laufen, zu minimieren, ist es  
infolgedessen wünschenswert, Lampen zu verwenden,  
die neben der Strahlung der Nutzwellenlänge 365 nm  
möglichst keine störende kurzwellige UV-Strahlung ab-  
geben.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine  
Quecksilberdampf-Kurzbogenlampe gemäß dem Ober-  
begriff des Anspruchs 1 bereitzustellen, bei der die im  
Entladungsbogen erzeugte Strahlung der Nutzwellen-  
länge 365 nm praktisch ungeschwächt außerhalb des  
Entladungsgefäßes zur Verfügung steht, die uner-  
wünschte kurzwellige UV-Strahlung mit Wellenlängen  
kleiner 365 nm jedoch möglichst vollständig im Entla-  
dungsgefäß zurückgehalten wird.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden  
Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Bevorzugte Ausge-  
staltungen der Erfindung sind in den abhängigen An-  
sprüchen angegeben.

Die besondere Schwierigkeit bei der Lösung dieser  
Aufgabe liegt darin, daß zum einen Nutzwellenlänge  
365 nm und störender kurzwelliger UV-Strahlungsbe-  
reich spektral nur wenige 10 nm auseinanderliegen, die  
einzusetzenden optischen Mittel also einen möglichst  
steilen Abfall der Transmission unterhalb der Nutzwel-  
lenlänge 365 nm zu kürzeren Wellenlängen hin aufwei-  
sen müssen und zum anderen sehr hohe Anforderungen  
an die optische Qualität der Entladungsgefäße gestellt  
werden, da in den modernen Belichtungsgeräten ein ex-  
treme Gleichmäßigkeit bei der Ausleuchtung der zu be-  
lichtenden Vorlagen gefordert wird.

Versuche, dieses Ziel durch Verwendung von Entla-  
dungsgefäßen aus mit den Oxiden von Vanadium, Titan  
und Zinn dotiertem Quarzglas zu erreichen führten nur  
teilweise zum Erfolg.

Zum einen ist hier der durch Vanadiumoxid bewirkte  
Abfall der Transmission unterhalb der Nutzwellenlänge  
365 nm zu kürzeren Wellenlängen hin nicht ausreichend  
steil, so daß je nach Stärke der Dotierung entweder  
immer noch ein Teil der störenden kurzwelligen Strah-  
lung zwischen 300 und 330 nm Wellenlänge das Entla-  
dungsgefäß verlassen kann, oder aber es wird bei ausrei-  
chender Unterdrückung der kurzwelligen UV-Strah-  
lung in diesem Wellenlängenbereich bereits Strahlung  
der Nutzwellenlänge absorbiert, zum anderen sind so-  
wohl die optischen als auch die Verarbeitungseigen-  
schaften des Quarzglasmaterials durch die Dotierung  
mit den Oxiden von Vanadium, Titan und Zinn deutlich  
verschlechtert.

So zeigen aus solchem Material gefertigte Entla-  
dungsgefäße eine erhöhte Blasigkeit und — offenbar  
verursacht durch eine nicht ganz homogene Verteilung  
der eingesetzten Dotierungsstoffe im Ausgangsmaterial  
— gelegentlich auch streifenförmige Schlieren, durch  
die die hohe Gleichmäßigkeit der Lichtstärkeverteilung,  
wie sie für die extrem gleichmäßige Ausleuchtung der  
Maskenebene bei der Herstellung von integrierten  
Schaltkreisen in modernen Belichtungsgeräten gefordert  
wird, beeinträchtigt wird.

Die Herstellung der auf der Glasdrehbank in der  
Knallgasflamme aus dem dotierten Ausgangs Quarzglas-  
rohr manuell mit Hilfe einer Formrolle geformten Ent-  
ladungsgefäße dauert zudem etwa doppelt so lange wie  
bei Fertigung aus undotiertem Quarzglasrohr und er-  
fordert außerdem einen höheren Heizenergieaufwand.

Grund für die längere Herstellzeit ist die Tatsache, daß mit Metalloxiden dotiertes Quarzglas ein im IR erhöhtes Emissionsvermögen besitzt. Damit verläßt ein in der Knallgasflamme für die Verformung bis in die Gegend von etwa 2000°C aufgeheiztes dotiertes Quarzglasrohr infolge erhöhter Strahlungskühlung deutlich rascher den Temperaturbereich, in dem eine Verformung des Quarzglases erfolgen kann, als ein entsprechendes undotiertes Quarzglasrohr. Dies hat zu Folge, daß für die Formung eines Entladungsgefäßes aus einem mit Metalloxiden dotierten Quarzglasrohr erfahrungsgemäß etwa eine doppelt so große Zahl von Aufheißvorgängen aufgewandt werden muß wie bei Einsatz eines undotierten Quarzglasrohres.

Ein weiterer Nachteil bei der Unterdrückung der störenden kurzwelligen UV-Strahlung durch Absorption in der Wand eines Entladungsgefäßes aus mit geeigneten Metalloxiden dotiertem Quarzglas ist die Tatsache, daß es z. B. bei einer Lampe mit einer Nennleistung von 1500 W durch die absorbierte Strahlungsleistung zu einer die Kolbenfestigkeit in unzulässiger Weise einschränkenden Temperaturerhöhung um ca. 150–200°C im Vergleich zu einer Lampe mit einem Entladungsgefäß aus undotiertem Quarzglas kommt. Diese Temperaturerhöhung müßte bei bereits eingeführten Lampen durch aufwendige Umentwicklung mit entsprechend vergrößertem (und damit verteuertem) Entladungsgefäß und korrespondierenden Anpassungen bei den Beleuchtungsgeräten kompensiert werden.

Erfindungsgemäß ist deshalb das Entladungsgefäß aus undotiertem Quarzglasrohr gefertigt und auf seiner Außenseite mit einem selektiv Strahlung reflektierenden Filter sowie entweder zusätzlich auf seiner Innenseite mit einer selektiv Strahlung absorbierenden Titandioxidbeschichtung oder auf seiner Innenseite mit einer selektiv Strahlung absorbierenden Titandioxidbeschichtung und auf seiner Außenseite mit einer selektiv Strahlung absorbierenden Titandioxid/Siliziumdioxid-Mischbeschichtung versehen.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist auf der Außenseite des Entladungsgefäßes ein Mehrschicht-Interferenz-Reflexionsfilter und zusätzlich auf seiner Innenseite eine absorbierende Titandioxid-Beschichtung aufgebracht.

Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform ist auf der Außenseite des Entladungsgefäßes ein Mehrschicht-Interferenz-Reflexionsfilter und zusätzlich darauf eine absorbierende Titandioxid/Siliziumdioxid-Mischbeschichtung aufgebracht, die als letzte hochbrechende Schicht in das Mehrschicht-Interferenz-Reflexionsfilter integriert wird. Auf der Innenseite des Kolbens befindet sich auch hier eine selektiv Strahlung absorbierende Titandioxidbeschichtung.

Die selektiv Strahlung absorbierende Titandioxidbeschichtung kann aber gegebenenfalls auch — unter Inkaufnahme der genannten Nachteile — durch Verwendung eines Entladungsgefäßes aus mit Titandioxid dotiertem Quarzglas ersetzt werden, die Titandioxid/Siliziumdioxid-Beschichtung außen — unter Inkaufnahme der genannten Nachteile — durch eine Dotierung des Quarzglases zusätzlich mit Zinnoxid.

Das Mehrschicht-Interferenz-Reflexionsfilter reflektiert bevorzugt Strahlung im Wellenlängenbereich 240–300 nm und liefert eine Filterkante (entsprechend 50% Transmission) bei einer Wellenlänge zwischen 290 und 330 nm. Es besteht aus 8–16, vorzugsweise 10 Schichten von ca. 30 nm bis 50 nm Dicke, d. h. im bekannten  $\lambda/4$ -Schicht-Aufbau, abwechselnd  $ZrO_2$  und

$SiO_2$ ; unterhalb von 240 nm findet durch das  $ZrO_2$  auch Absorption von Strahlung statt. Die  $ZrO_2$ -Schicht besitzt einen Brechungsindex von etwa 1,98, die  $SiO_2$ -Schicht von etwa 1,45.

Die Schichten werden nach einem an sich bekannten Tauchbeschichtungsverfahren von Fa. Schott (jetzt: Fa. OPTO CHEM) auf die Außenseite des Entladungsgefäßes der fertig eingeschmolzenen, ungesockelten Lampe aufgebracht. Der Ausdehnungskoeffizient der  $SiO_2$ -Schicht ist dabei durch Dotierung mit einem Alkalimetall an den Ausdehnungskoeffizienten der  $ZrO_2$ -Schicht so angepaßt, daß es trotz der hohen Betriebstemperaturen von bis zu 900°C auf der Außenseite des Entladungsgefäßes nicht zu Trübungen oder Ablösungen der Schichten kommt.

Ein Tauchbeschichtungsverfahren zur Herstellung von optischen Einfach- und Mehrfach-Interferenzschichten aus Metalloxiden ist z. B. in der Patentschrift DE 37 44 368 beschrieben.

Strahlung unterhalb 240 nm (50% Transmission) wird vorwiegend durch eine absorbierende Titanoxidbeschichtung auf der Innenseite des Entladungsgefäßes absorbiert. Eine als letzte hochbrechende Schicht aufgebraachte Titandioxid/Siliziumdioxid-Mischbeschichtung absorbiert zusätzlich vom Mehrschicht-Interferenz-Reflexionsfilter transmittierte Strahlung unterhalb von etwa 280 nm (50% Transmission).

Eine auf der Innenseite des Entladungsgefäßes aufgebraachte Titandioxid-Beschichtung und die Technik ihres Aufbringens ist seit langem von ozonfreien Xenonkurzbogenlampen für die Kinoprojektion zur Unterdrückung der kurzwelligen Ozon erzeugenden UV-Strahlung bekannt.

Auch diese Titandioxid-Beschichtung wird in einem Tauchverfahren aufgebracht.

Zur Erzeugung einer Titandioxid-Beschichtung auf der Innenseite des Entladungsgefäßes wird entsprechendes (undotiertes) Quarzglasrohr durch definiertes Tauchen in eine Titandioxid enthaltende Suspension beschlämmt, überflüssige Beschlämmung (auf der Außenoberfläche und an den Enden) entfernt und beim Verformen des Quarzglasrohres zum Entladungsgefäß auf dessen Innenoberfläche eine im sichtbaren und langwelligen UV-Bereich transparente, optisch einwandfreie Titandioxidbeschichtung erzeugt.

Die Erzeugung einer Titandioxid/Siliziumdioxid-Mischbeschichtung auf der Außenseite des Entladungsgefäßes erfolgt ebenfalls in einem Tauchverfahren auf der fertig eingeschmolzenen, ungesockelten Lampe im Rahmen der Erzeugung des Mehrschicht-Interferenz-Reflexionsfilters. Die Schichtdicke ist vergleichbar mit der Dicke der aufgebraachten Zirkonoxid- und Siliziumdioxid-Schichten.

Die Verwendung eines solchen Filters führt vorteilhafterweise bereits zu einer merklichen Absorption von Strahlung unterhalb von 330 nm; das Mehrschicht-Interferenz-Reflexionsfilter liefert also in Kombination mit einem solchen Titandioxid/Siliziumdioxid-Mischschicht einen steileren Abfall der Transmission im Wellenlängenbereich zwischen 280 und 330 nm ohne Strahlung der Nutzwellenlänge 365 nm zu dämpfen.

Um eine hohe Strahlstärke der Nutzwellenlänge zu erhalten, enthält die Lampenfüllung vorzugsweise 0,5 bis 15 mg/cm<sup>3</sup> Quecksilber und Xenon bei einem Kaltfülldruck zwischen 0,1 und 2,0 bar, bevorzugt unter 2 bar. Der Elektrodenabstand liegt bei solchen an Gleichspannung betriebenen Lampen bevorzugt zwischen 2 und 9 mm, die Nennleistung vorteilhaft zwi-

schen 1 und 5 kW.

Die Erfindung wird im folgenden anhand mehrerer Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Es zeigt

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Quecksilberdampf-Kurzbogenlampe,

Fig. 2 die spektrale Strahlstärkeverteilung im Wellenlängenbereich zwischen 250 und 400 nm einer derartigen Lampe mit einem Entladungsgefäß ohne die vom Quecksilberbogen emittierte Strahlung beeinflussende Mittel auf dem Entladungsgefäß,

Fig. 3a die spektrale Filterwirkung eines bevorzugt Strahlung zwischen 240 und 300 nm reflektierenden Mehrschicht-Interferenz-Reflexionsfilters auf der Außenseite des Entladungsgefäßes,

Fig. 3b die spektrale Filterwirkung eines solchen Reflexionsfilters in Kombination mit einer kurzwellige UV-Strahlung unterhalb 240 nm absorbierenden Titandioxid-Beschichtung auf der Innenseite des Entladungsgefäßes,

Fig. 3c die spektrale Filterwirkung eines solchen Reflexionsfilters in Kombination mit einer UV-Strahlung unterhalb 240 nm absorbierenden Titandioxidbeschichtung auf der Innenseite des Entladungsgefäßes und einer UV-Strahlung unterhalb von 280 nm absorbierenden Titandioxid/Siliziumdioxid-Mischschicht auf diesem Reflexionsfilter,

Fig. 4 die spektrale Strahlstärkeverteilung im Wellenlängenbereich zwischen 250 und 400 nm einer Quecksilberdampf-Kurzbogenlampe mit einem bevorzugt Strahlung zwischen 240 und 300 nm reflektierenden Mehrschicht-Interferenz-Reflexionsfilter auf der Außenseite des Entladungsgefäßes und einer kurzwellige UV-Strahlung unterhalb 240 nm absorbierenden Titandioxid-Beschichtung auf der Innenseite des Entladungsgefäßes,

Fig. 5 die spektrale Strahlstärkeverteilung im Wellenlängenbereich zwischen 250 und 400 nm einer Quecksilberdampf-Kurzbogenlampe mit einem bevorzugt Strahlung zwischen 240 und 300 nm reflektierenden Mehrschicht-Interferenz-Reflexionsfilter auf der Außenseite des Entladungsgefäßes und einer kurzwellige UV-Strahlung unterhalb 280 nm absorbierenden Titandioxid/Siliziumdioxid-Mischschicht auf diesem Reflexionsfilter in Kombination mit einer UV-Strahlung unterhalb von 240 nm absorbierenden Titandioxidbeschichtung auf der Innenseite des Entladungsgefäßes.

In Fig. 1 ist schematisch eine Quecksilberdampf-Kurzbogenlampe 1 dargestellt. Sie besteht aus einem Entladungsgefäß 2 mit zwei Lampenschäften 3, in dem sich zwei Elektroden, Anode 5 und Kathode 6, im Abstand von ca. 3 mm gegenüberstehen. An den Lampenschäften 3 sind Sockel 4 befestigt sind, die elektrisch leitend mit den Elektroden verbunden sind. Es handelt sich um eine Gleichstromlampe mit einer Nennleistung von 1000 W. Das Entladungsgefäß 2 ist aus undotiertem Quarzglas gefertigt; es hat in Elektrodenhöhe einen Durchmesser von ca. 30 mm und besitzt eine Wandstärke von ca. 2,8 mm. Das Entladungsgefäß hat eine Quecksilberfüllung von ca. 8 mg/cm<sup>3</sup> und eine Xenonfüllung (kalt) von ca. 1,7 bar. Das Entladungsgefäß ist auf seiner Außenseite mit einem Mehrschicht-Interferenz-Reflexionsfilter und auf seiner Innenseite mit einer Titandioxid-Beschichtung versehen.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel ist eine solche Quecksilberdampf-Kurzbogenlampe mit 3300 W Nennleistung. Das Entladungsgefäß ist hier ebenfalls aus undotiertem Quarzglas gefertigt; es hat in Elektrodenhöhe

einen Durchmesser von etwa 70 mm und besitzt eine Wandstärke zwischen 3,5–4,0 mm. Das Entladungsgefäß hat eine Quecksilberfüllung von ca. 3 mg/cm<sup>3</sup> und eine Xenonfüllung von ca. 0,8 bar (kalt); es ist ebenfalls auf seiner Außenseite mit einem Mehrschicht-Interferenz-Reflexionsfilter und auf seiner Innenseite mit einer Titandioxid-Beschichtung versehen.

Fig. 2 zeigt die spektrale Strahlstärkeverteilung einer Quecksilberdampf-Kurzbogenlampe mit einem Entladungsgefäß aus undotiertem Quarzglas ohne besondere die vom Quecksilberdampfbogen emittierte Strahlung beeinflussende Mittel auf dem Entladungsgefäß im Wellenlängenbereich zwischen 250 und 400 nm. Man erkennt, daß die Lampe in diesem Wellenlängenbereich neben der Strahlung der Nutzwellenlänge 365 nm ein Vielfaches davon an kurzwelligerer Linien- und Kontinuumsstrahlung abgibt.

In Fig. 3 zeigt Kurve a die spektrale Filterwirkung eines bevorzugt zwischen 240 und 300 nm reflektierenden Mehrschicht-Interferenz-Reflexionsfilters aus 10 Schichten, abwechseln ZrO<sub>2</sub> und SiO<sub>2</sub>, auf der Außenseite des Entladungsgefäßes. Aufgetragen ist hier das Verhältnis der Strahlstärken von zwei Quecksilberdampf-Kurzbogenlampen mit 1000 W Nennleistung, einer Lampe mit einem solchen Mehrschicht-Interferenz-Reflexionsfilter und einer Lampe ohne die vom Quecksilberbogen emittierte Strahlung beeinflussende Mittel, als Funktion der Wellenlänge. Strahlung der Nutzwellenlänge 365 nm passiert danach das Filter ungeschwächt, Strahlung kürzerer Wellenlängen wird zunächst zunehmend mit fallender Wellenlänge reflektiert; der 50% Wert der Transmission liegt bei etwa 310 nm. Unterhalb von etwa 250 nm steigt die Transmission infolge fallender Reflexion durch das Mehrschicht-Interferenz-Reflexionsfilter wieder an.

In Fig. 3 zeigt Kurve b die spektrale Filterwirkung des bevorzugt im Wellenlängenbereich zwischen 240 und 300 nm reflektierenden Mehrschicht-Interferenz-Reflexionsfilters (Kurve a aus Fig. 3) in Kombination mit der spektralen Filterwirkung einer Titandioxidbeschichtung auf der Innenseite eines Entladungsgefäßes, die zu einer Reduzierung der Transmission unterhalb von etwa 250 nm durch Absorption führt.

In Fig. 3 zeigt Kurve c die spektrale Filterwirkung des bevorzugt im Wellenlängenbereich zwischen 240 und 300 nm reflektierenden Mehrschicht-Interferenz-Reflexionsfilters (Kurve a aus Fig. 3) in Kombination mit der spektralen Filterwirkung einer Strahlung unterhalb 240 nm Wellenlänge (50% Transmission) Titandioxidbeschichtung auf der Innenseite des Entladungsgefäßes und der Filterwirkung eines UV-Strahlung unterhalb von 280 nm (50% Transmission) absorbierenden Titandioxid/Siliziumdioxid-Mischschicht als letzte hochbrechende Schicht des Mehrschicht-Interferenz-Reflexionsfilters. Man erkennt, daß die Verwendung einer solchen Filterkombination vorteilhafterweise zu einem steileren Abfall der Transmission im Wellenlängenbereich zwischen 280 und 330 nm führt, ohne Strahlung der Nutzwellenlänge 365 nm zu dämpfen.

In Fig. 4 ist die spektrale Strahlstärkeverteilung einer Quecksilberdampf-Kurzbogenlampe von 1500 W Nennleistung im Wellenlängenbereich zwischen 250 und 400 nm dargestellt, wie sie sich aus der Kombination der Filterwirkungen aus einem bevorzugt Strahlung zwischen 240 und 300 nm reflektierenden Mehrschicht-Interferenz-Reflexionsfilter auf der Außenseite und einer kurzwellige UV-Strahlung unterhalb 250 nm absorbierenden Titandioxid-Beschichtung auf der Innenseite des

Entladungsgefäßes ergibt.

Man erkennt im Vergleich zur spektralen Strahlstärkeverteilung einer Quecksilberdampf-Kurzbogenlampe mit einem Entladungsgefäß aus undotiertem Quarzglas und ohne besondere die vom Quecksilberdampfbogen emittierte Strahlung beeinflussende Mittel auf dem Entladungsgefäß (Fig. 2) eine deutliche Reduzierung der Strahlstärkewerte unterhalb der Nutzwellenlänge 365 nm, insbesondere im Wellenlängenbereich unterhalb ca. 330 nm.

In Fig. 5 ist die spektrale Strahlstärkeverteilung einer Quecksilberdampf-Kurzbogenlampe von 1500 W Nennleistung im Wellenlängenbereich zwischen 250 und 400 nm dargestellt, wie sie sich aus der Kombination der spektralen Filterwirkungen aus einem bevorzugt Strahlung zwischen 240 und 300 nm reflektierenden Mehrschicht-Interferenz-Reflexionsfilter auf der Außenseite des Entladungsgefäßes einer darauf aufgetragenen Strahlung unterhalb 330 nm Wellenlänge absorbierenden Titandioxid/Siliziumdioxid-Mischschicht und einer kurzwellige UV-Strahlung unterhalb 240 nm (entsprechend 50% Transmission) absorbierenden Titandioxidbeschichtung auf der Innenseite des Entladungsgefäßes ergibt.

Man erkennt aus dem Vergleich mit Fig. 4, daß die Ergänzung der Titandioxidbeschichtung auf der Innenseite des Entladungsgefäßes durch eine unterhalb 330 nm Strahlung absorbierenden Titandioxid/Siliziumdioxid-Mischschicht auf dem Mehrschicht-Interferenz-Reflexionsfilter auf der Außenseite des Entladungsgefäßes zu einer weiteren Schwächung der unerwünschten kurzwelligen UV-Strahlung führt, ohne die Strahlung der Nutzwellenlänge 365 nm merklich zu dämpfen.

Durch den Einsatz der erfindungsgemäßen Lampen wird ein wirtschaftlicherer Betrieb der Belichtungsgeräte bei der Herstellung integrierter Schaltkreise erreicht, da der Aufwand für die Filterung unerwünschter UV-Strahlung und Entlüftung bedeutend reduziert werden kann und es zu deutlich weniger Stilllegungszeiten der Geräte durch Wartungs- und Reparaturarbeiten an den optischen Bauteilen kommt.

#### Patentansprüche

1. Quecksilberdampf-Kurzbogenlampe mit einem Entladungsgefäß aus Quarzglas, das zwei Elektroden sowie eine Füllung aus Quecksilber und Xenon enthält, dadurch gekennzeichnet, daß das Entladungsgefäß bei Lampenbetrieb eine Oberflächentemperatur von mindestens 400°C besitzt und mit Mitteln versehen ist, die Strahlung der Quecksilberlinie der Wellenlänge 365 nm und Strahlung größerer Wellenlängen praktisch ungeschwächt passieren läßt, während Strahlung mit Wellenlängen kleiner 365 nm nahezu vollständig am Verlassen des Entladungsgefäßes gehindert wird.

2. Quecksilberdampf-Kurzbogenlampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Entladungsgefäß mit einer selektiv reflektierenden Beschichtung auf der Außen- und mit einer selektiv absorbierenden Beschichtung auf der Innenseite des Entladungsgefäßes versehen ist.

3. Quecksilberdampf-Kurzbogenlampe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die selektiv reflektierende Beschichtung auf der Außenseite des Entladungsgefäßes aus einem Mehrschicht-Interferenz-Reflexionsfilter und die selektiv absorbierende Beschichtung auf der Innenseite des Ent-

ladungsgefäßes aus Titandioxid besteht.

4. Quecksilberdampf-Kurzbogenlampe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Mehrschicht-Interferenz-Reflexionsfilter auf der Außenseite des Entladungsgefäßes vorzugsweise selektiv im Wellenlängenbereich zwischen 240—300 nm reflektiert und seine Filterkante (entsprechend 50% Transmission) im Wellenlängenbereich zwischen 290 und 330 nm liegt und die Titandioxid-Beschichtung auf der Innenseite des Entladungsgefäßes vorzugsweise selektiv im Wellenlängenbereich unter 250 nm absorbiert und seine Filterkante (entsprechend 50% Transmission) bei ca. 240 nm liegt.

5. Quecksilberdampf-Kurzbogenlampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Entladungsgefäß auf seiner Innenseite mit einer selektiv absorbierenden und auf seiner Außenseite sowohl mit einer selektiv reflektierenden Beschichtung als auch mit einer selektiv absorbierenden Beschichtung versehen ist.

6. Quecksilberdampf-Kurzbogenlampe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die selektiv absorbierende Beschichtung auf der Innenseite des Entladungsgefäßes aus einer Titandioxidbeschichtung und die selektiv reflektierende Beschichtung auf der Außenseite des Entladungsgefäßes aus einem Mehrschicht-Interferenz-Reflexionsfilter und die selektiv absorbierende Beschichtung auf der Außenseite des Entladungsgefäßes aus einer darauf aufgetragenen Titandioxid/Siliziumdioxid-Mischschicht besteht.

7. Quecksilberdampf-Kurzbogenlampe nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die auf der Innenseite des Entladungsgefäßes aufgetragene Titandioxidbeschichtung vorzugsweise unterhalb 240 nm Wellenlänge (entsprechend 50% Transmission) absorbiert, das Mehrschicht-Interferenz-Reflexionsfilter auf der Außenseite des Entladungsgefäßes vorzugsweise selektiv Strahlung im Wellenlängenbereich zwischen 240—300 nm reflektiert und seine Filterkante (entsprechend 50% Transmission) im Wellenlängenbereich zwischen 290 und 330 nm liegt und die selektiv absorbierende Titandioxid/Siliziumdioxid-Mischschicht darauf vorzugsweise selektiv Strahlung unterhalb 280 nm Wellenlänge (entsprechend 50% Transmission) absorbiert.

8. Quecksilberdampf-Kurzbogenlampe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Entladungsgefäß aus einem selektiv absorbierenden Quarzglas besteht und keine selektiv Strahlung absorbierende Beschichtung auf der Innenseite des Entladungsgefäßes enthält.

9. Quecksilberdampf-Kurzbogenlampe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Entladungsgefäß aus einem mit Titandioxid dotiertem Quarzglas besteht und keine Titandioxidbeschichtung auf der Innenseite des Entladungsgefäßes enthält.

10. Quecksilberdampf-Kurzbogenlampe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Entladungsgefäß aus einem selektiv absorbierenden Quarzglas besteht und keine selektiv Strahlung absorbierende Beschichtung auf der Außenseite des Entladungsgefäßes enthält.

11. Quecksilberdampf-Kurzbogenlampe nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Entladungsgefäß aus einem mit Titandioxid und Zinndio-

xid dotiertem Quarzglas besteht und auf der Außenseite keine selektiv absorbierende Titandioxid/Siliziumdioxid-Mischschicht enthält.

12. Quecksilberdampf-Kurzbogenlampe nach den Ansprüchen 4 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Mehrschicht-Interferenz-Reflexionsfilter auf der Außenseite des Entladungsgefäßes aus mindestens 8 Einzelschichten, abwechselnd aus  $ZrO_2$  und aus  $SiO_2$  besteht.

13. Quecksilberdampf-Kurzbogenlampe nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Einzelschichten jeweils eine Dicke von ca. 30 nm bis 50 nm aufweisen.

14. Quecksilberdampf-Kurzbogenlampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektrodenabstand zwischen 2 und 9 mm beträgt.

15. Verwendung einer Quecksilberdampf-Kurzbogenlampe nach einem der vorhergehenden Ansprüche für die Belichtung von Photolacken.

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

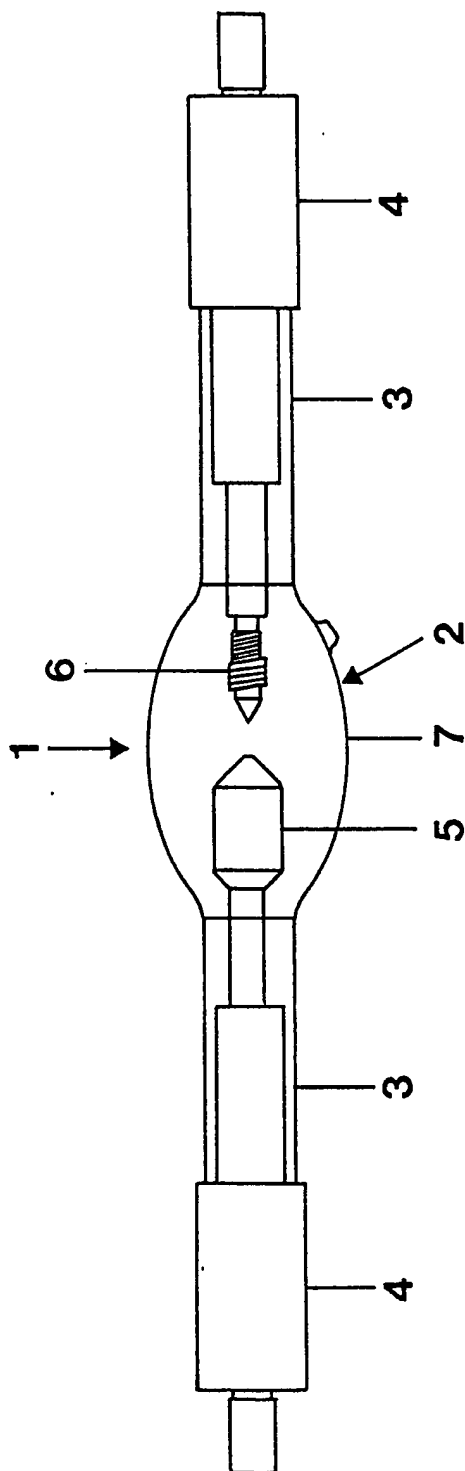


FIG. 1



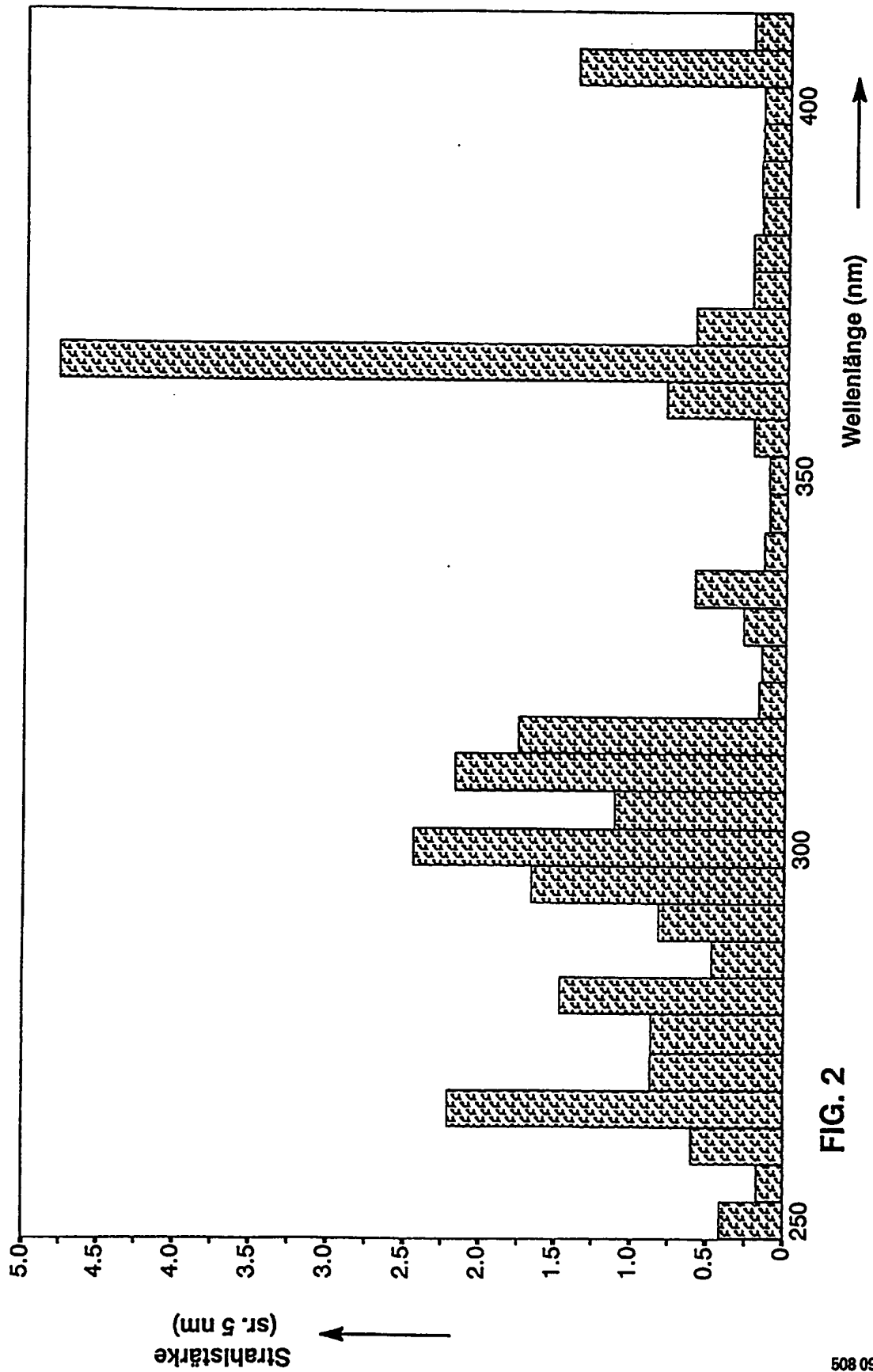


FIG. 2

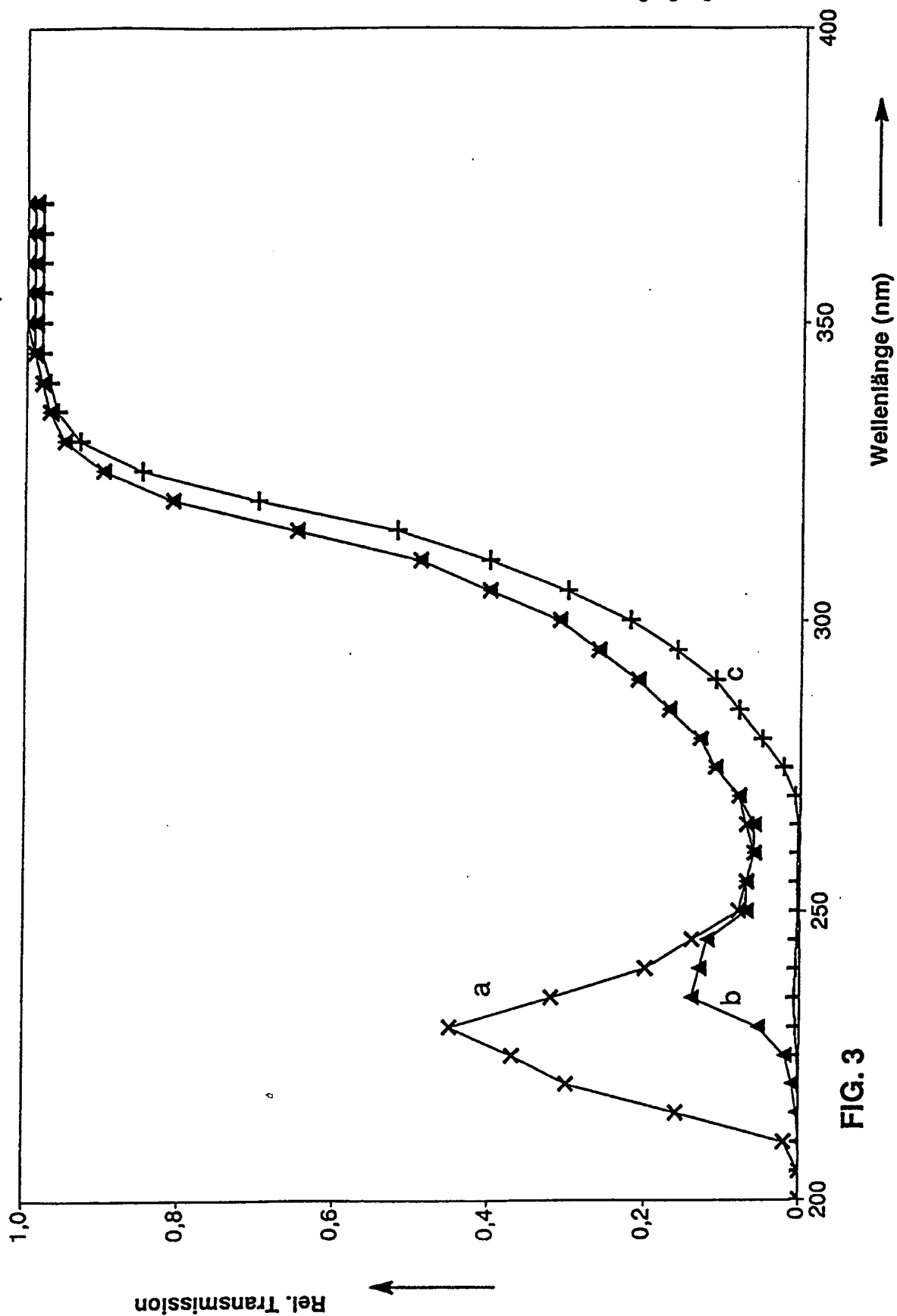


FIG. 3

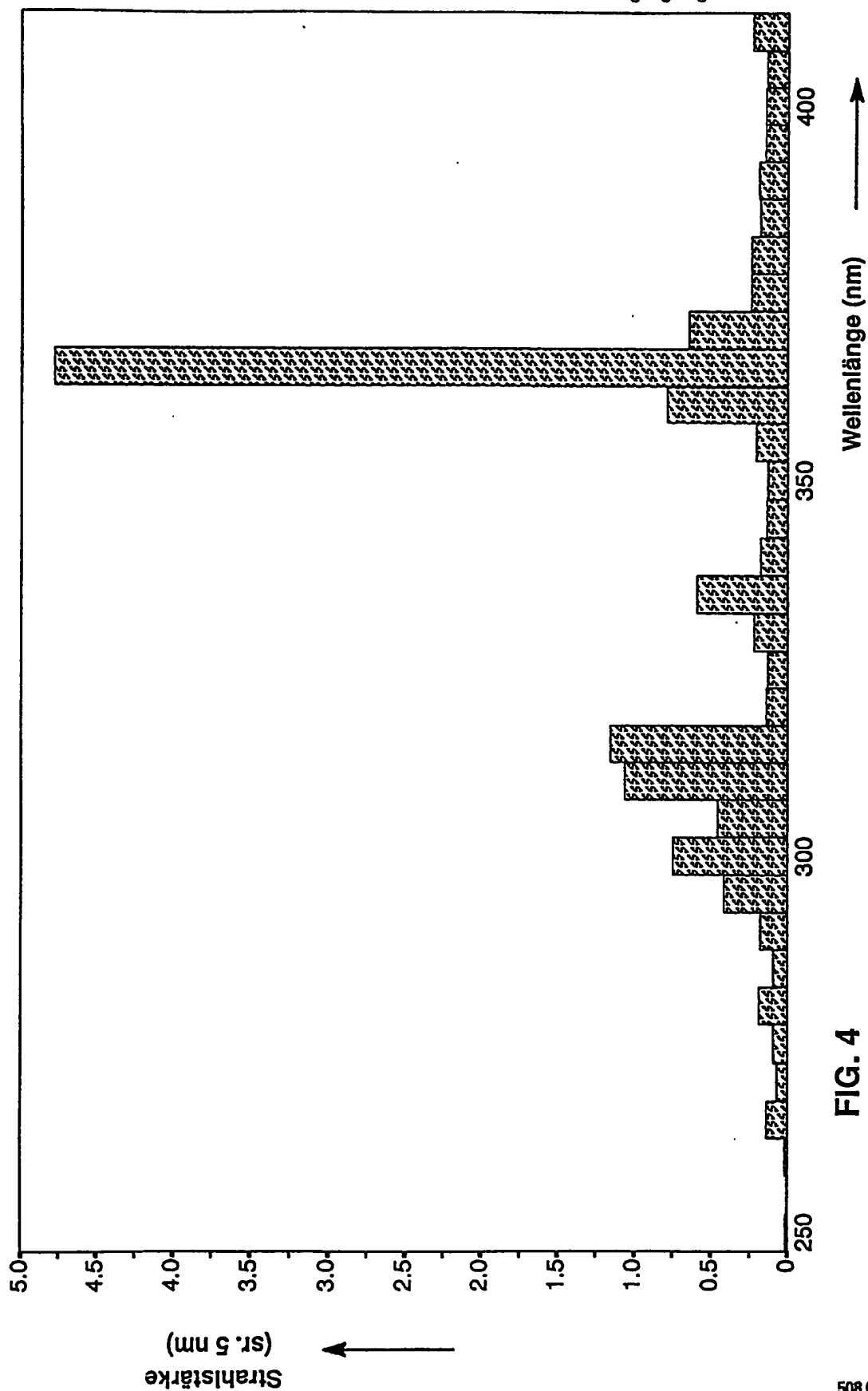


FIG. 4

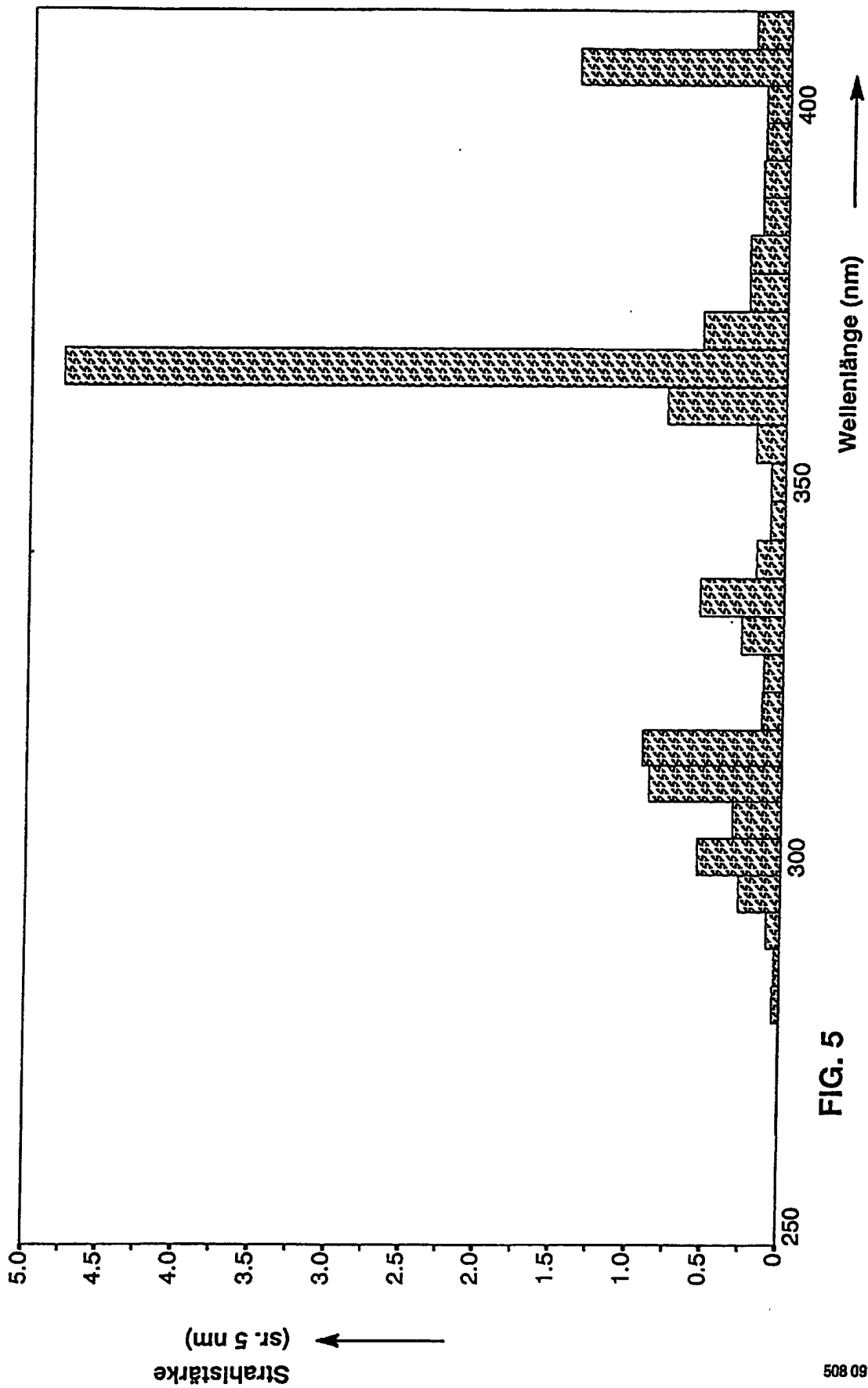


FIG. 5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**